

**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 25/S – LM20 - Ing. AEROSPAZIALE**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**



**Tema n. 1**

1) Si consideri un'ala diritta che mostrata in Figura 1(a), si descriva una possibile soluzione per l'ipersostentazione dell'ala, indicando dove si intende posizionare i dispositivi ed i criteri utilizzati per il loro dimensionamento.

2) Si consideri un cassone alare rastremato schematizzato in Figura 1(b,c), avente tre longheroni e sottoposto ai carichi concentrati  $P_1=12000$  N e  $P_2=8000$  N, applicati nella sezione D e aventi direzione parallela all'asse y.

Nell'ambito della teoria elementare, risolvere il problema, in particolare:

- Indicare il tipo di sollecitazione agente nei 6 correnti  $A_1 - A_6$ .
- Indicare il tipo di sollecitazione agente nei pannelli di rivestimento.
- Indicare il tipo di sollecitazione agente nelle anime dei longheroni.
- Indicare il tipo di sollecitazione agente negli elementi che compongono le centine.
- Calcolare e disegnare i grafici dell'andamento dello stato di sollecitazione nei sei correnti, tenendo conto dell'eventuale difetto dovuto all'interruzione del longherone in corrispondenza della sezione  $z=0$  (vedi figura 1b)
- Calcolare lo stato di sollecitazione agente nei pannelli di rivestimento e nelle anime dei longheroni di tutte le baie.
- Calcolare lo stato di sollecitazione agente negli elementi che compongono le centine C, D, E, F.

Sono noti:

- |   |   |
|---|---|
| - Area dei correnti   | $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = 80 \text{ mm}^2$ |
| - Lunghezza delle baie  | $L = 2000 \text{ mm}$                                 |
| - Spessore dei pannelli di rivestimento   | $t_1 = 1 \text{ mm}$                                  |
| - Spessore delle anime dei longheroni   | $t_2 = 1 \text{ mm}$                                  |
| - Larghezza della centina C   | $2b = 800 \text{ mm}$                                 |
| - Larghezza della centina F   | $2w = 1600 \text{ mm}$                                |
| - Altezza delle baie (costante)   | $2h = 500 \text{ mm}$                                 |
| - Spessore delle centine  | $t_3 = 1 \text{ mm}$                                  |
| - Larghezza elementi di rinforzo <i>rib-stiffeners</i>  | $l_g = 30 \text{ mm}$                                 |
| - <del>Larghezza</del> <sup>Spessore</sup> elementi di rinforzo <i>rib-stiffeners</i>   | $t_4 = 2 \text{ mm}$                                  |
| - Materiale utilizzato: lega di alluminio $E=72000 \text{ MPa}$ , $\nu=0.33$ , $\sigma_{02}=300 \text{ MPa}$ , $\sigma_u=400 \text{ MPa}$ |   |

*Spessore*  
*Car*

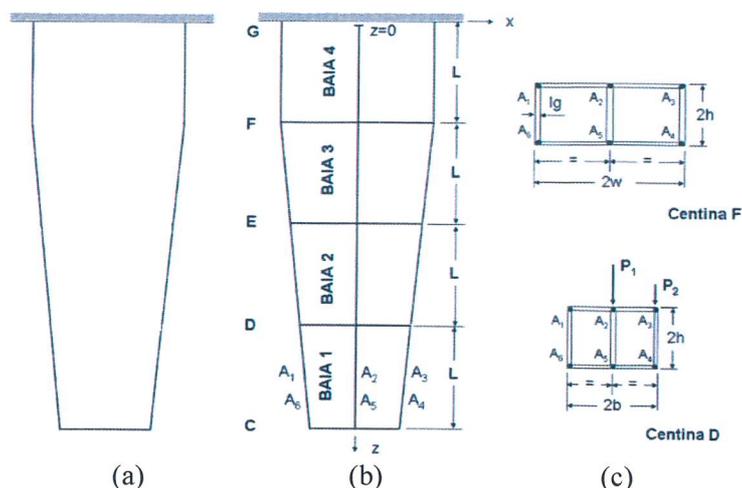


Figura 1 – Forma in pianta dell'ala e schema del cassone alare

## Tema n. 2

Con riferimento allo schema di Figura, ed ipotizzando una forza di barra, agente in direzione orizzontale, compresa tra  $-250\text{ N}$  e  $+250\text{ N}$ , si richiede al candidato di:

- individuare i valori delle lunghezze  $x$  e  $y$  in modo da assicurare una escursione dell'equilibratore tra  $-12^\circ$  e  $+12^\circ$ ;
- Valutare le reazioni che il sistema trasmette alla struttura del velivolo nelle due condizioni di carico estreme;
- dimensionare staticamente la barra di comando e gli elementi asta del cinematismo ipotizzando di utilizzare elementi tubolari in lega di alluminio ad alta resistenza (Tensione ammissibile =  $360\text{ MPa}$ , Modulo elastico =  $70000\text{ MPa}$ );
- proporre uno schema costruttivo della squadretta A, un suo schizzo ed indicare un possibile ciclo di fabbricazione.

Al progetto deve essere allegata una sintetica relazione dalla quale siano deducibili le scelte progettuali, i procedimenti di calcolo e la motivazione delle scelte tecnologiche.

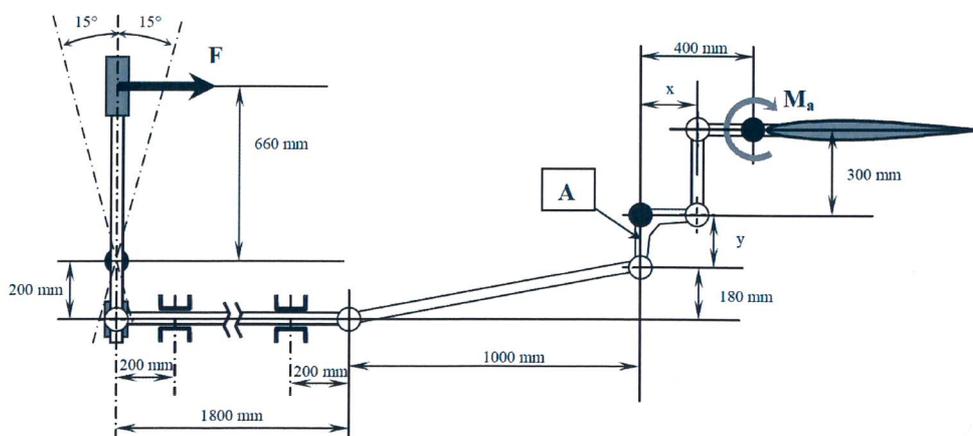


Figura 2 – Meccanismo di comando dell'equilibratore

**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 29/S – LM25 - Ing. dell' AUTOMAZIONE**  
**24 Settembre 2018**



**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Il candidato affronti il problema del Cruise Control, regolazione della velocità, per un autoveicolo stradale. Il sistema di cruise control (successivamente “sistema”) deve essere progettato per rispettare le seguenti specifiche:

- S1) Il sistema può essere in due macro-stati: attivo o inattivo
- a) Nello stato inattivo il controllo di velocità è delegato al pilota ed il sistema non agisce sull’acceleratore nè sul freno; si può uscire dallo stato inattivo per entrare in quello attivo con la pressione di un pulsante.
  - b) Nello stato attivo il controllo di velocità è effettuato dal sistema e la velocità viene mantenuta al valore che questa aveva durante la transizione tra inattivo ad attivo del sistema; si può uscire manualmente dallo stato attivo per entrare in quello inattivo con la pressione di un pulsante o con la pressione del pedale del freno.
- S2) La regolazione della velocità del veicolo è possibile solamente nella gamma: 55-150 km/h; fuori da tale gamma di velocità il sistema non può essere attivato.
- S3) Sul veicolo è installato un radar che può misurare la distanza dal veicolo che lo precede nella gamma: 1-125 metri.
- a) Se la distanza scende sotto i 60 metri, il sistema deve rallentare il veicolo per mantenere la distanza sempre maggiore di 50 metri, fino anche a fermarlo se necessario agendo sui freni.
  - b) Se il veicolo arriva a fermarsi, deve essere necessario l’intervento del pilota per far ripartire il veicolo.

Il candidato proponga :

- Una macchina a stati, anche descritta in maniera grafica, o con l’aiuto di pseudocodice, per la gestione di tutto il sistema definendo ingressi, stati e uscite necessarie.
- Un modello matematico della dinamica della velocità del veicolo con le seguenti assunzioni:
  - La dinamica di velocità di un veicolo stradale è governata da tre forze principali: la trazione del motore, la resistenza all’avanzamento dovuta alla resistenza dell’aria e la forza di gravità. La massa del veicolo di riferimento varia tra 1200 e 2000 kg (il candidato può scegliere un valore sotto l’ipotesi che la progettazione vada ripetuta per veicoli diversi).

- La coppia motrice è più o meno costante a tutti regimi del motore e vale circa 200 Nm; il raggio della ruota è di 25 cm, il rapporto di cambio può variare tra i seguenti 6 valori [7,5,4,2,1,0.95]:0.4 (velocità motore:velocità ruota) corrispondenti a 6 differenti marce.
- Il numero massimo di giri motore è 5000 giri/min, mentre il regime minimo perché questo possa funzionare in condizioni nominali è di 1500 giri/min.
- La dinamica del motore di trazione, da coppia richiesta tramite l'acceleratore a coppia erogata, può essere modellata come un sistema del primo ordine con costante di tempo pari a 2.5 secondi e guadagno unitario.
- La resistenza aerodinamica può essere rappresentata dalla formula:  $R = 0.15 * V^2$  [N] dove V è la velocità del veicolo in m/s.
- La forza di gravità agisce in funzione della pendenza della strada; si progetti il sistema per una pendenza variabile tra -10% e +30% (il candidato consideri la pendenza percentuale come il rapporto tra il dislivello guadagnato e la distanza in pianta percorsa)
- Scelta una velocità di riferimento V ed una marcia (rapporto di cambio) di riferimento, si realizzi un sistema di controllo, da progettare nel dominio tempo continuo o tempo discreto, per la regolazione della velocità, basato sul modello precedente, eventualmente linearizzato, con le seguenti specifiche:
  - Errore nullo in risposta ad un riferimento costante di velocità zero anche in presenza di salite e discese,
  - Nessun overshoot
  - settling time al 5% inferiore a 2.5 secondi

Il candidato tenga in particolare considerazione, durante la progettazione del sistema in tutte le sue parti, e discuta nel dettaglio:

- La gestione della commutazione tra attivo e inattivo del sistema, in particolare quali sono e come prevede di gestire le problematiche relative alle commutazioni tra le due modalità.
- Come propone di gestire l'uso del freno e dell'acceleratore.
- Come propone di gestire, dal punto di vista del controllore di velocità, le differenti velocità a cui il sistema può essere attivato.
- Come propone di gestire il fatto che il veicolo ha più marce e che il regime del motore deve essere compreso tra 2500 e 4500 giri, nelle due ipotesi:
  - Cambio solamente manuale (è il pilota che deve cambiare marcia)
  - Cambio manuale ma robotizzato (le marce possono essere cambiate a controllo software)
- Come propone di gestire il consenso del pilota alla ripartenza nel caso in cui il veicolo si sia dovuto fermare per mantenere la distanza da quello che lo precede.



Il Presidente della Commissione

## Tema n. 2

Si considerino le seguenti equazioni che descrivono un'approssimazione della dinamica di un elicottero nel piano verticale, in cui le variabili  $y$  e  $\vartheta$  rappresentano rispettivamente la coordinata di avanzamento in direzione orizzontale e l'angolo di beccheggio del velivolo

$$\ddot{y} = g \sin(\vartheta + \delta) - k_1 \dot{\vartheta} - c_1 \dot{y}^2$$

$$\ddot{\vartheta} = -c_2 \dot{\vartheta} - k_2 \dot{y} + b\delta$$

La variabile  $\delta$  rappresenta l'angolo di rotore direttamente attuabile dal sistema di controllo del moto. L'insieme dei sensori di bordo permette di misurare l'angolo  $\vartheta$ . Tutti gli altri simboli rappresentano opportuni parametri dinamici del sistema.

1. Si determinino tutte le condizioni di equilibrio per un generico valore della velocità di avanzamento  $\bar{y}$ .
2. Si ricavi una rappresentazione, in forma simbolica, lineare in forma di stato valida per la generica condizione di equilibrio individuata al punto precedente, considerando l'angolo  $\vartheta$  compreso tra  $-\pi/2$  e  $\pi/2$ .
3. I parametri in gioco, espressi secondo le opportune unità di misura del Sistema Internazionale, assumono i seguenti valori:

$$c_1 = 0.001; \quad c_2 = 0.4; \quad k_1 = 1.4; \quad k_2 = 0.01; \quad b = 6;$$

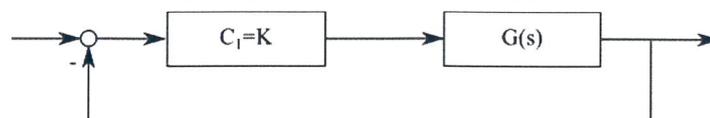
mentre  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  rappresenta un'approssimazione dell'accelerazione di gravità. Considerando un valore  $\bar{y} = 10 \text{ m/s}$  si ricavino, in forma numerica, le matrici che descrivono la forma di stato del sistema.

4. Per il sistema ottenuto al punto 3. si ricavi la funzione di trasferimento tra l'ingresso di controllo  $\delta$  e l'uscita  $\vartheta$ . Si verifichi che con buona approssimazione

la funzione di trasferimento ricavata sia del tipo  $G(s) = \frac{6(s + 0.0035)}{(s + 0.65)(s^2 - 0.24s + 0.15)}$ .

In ogni caso, proseguire con l'espressione fornita.

5. Si discuta circa la stabilità ingresso-uscita del sistema. Si discuta inoltre circa le proprietà di controllabilità e di osservabilità del sistema.
6. Considerando la funzione di trasferimento  $G(s)$ , si rappresenti il luogo delle radici associato (diretto e inverso) e se ne illustri il significato.
7. Considerando un'architettura di controllo con retroazione negativa del tipo in figura con  $K$  guadagno reale qualsiasi, si determini l'insieme dei valori di  $K$  per i quali il sistema in anello chiuso risulta asintoticamente stabile.

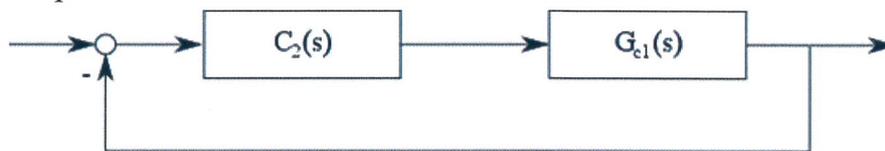


Dopo aver verificato che il valore  $K = 0.1$  appartiene a questo insieme, calcolare la funzione di trasferimento del sistema in anello chiuso associata a questo valore

del guadagno. Verificare che, con buona approssimazione, la funzione di trasferimento ricavata sia del tipo  $G_{C1}(s) = \frac{0.6(s + 0.0035)}{(s + 0.18)(s^2 + 0.23s + 0.55)}$ .

In ogni caso, proseguire con l'espressione fornita.

8. Rappresentare il diagramma di Bode ed il diagramma di Nyquist completo associati alla funzione di trasferimento  $G_{C1}(s)$
9. Considerando un'architettura di controllo con retroazione negativa del tipo in figura, progettare, tramite l'utilizzo dello strumento grafico del diagramma di Bode, il controllore  $C_2(s)$  in modo da soddisfare le seguenti specifiche (fornire una rappresentazione grafica delle stesse sul diagramma di Bode che viene utilizzato per la progettazione):
  - a. errore di inseguimento a regime, per riferimenti a gradino, nullo
  - b. errore di inseguimento a regime, per riferimento a rampa con coefficiente 0.001, inferiore a 0.01rad
  - c. una sovraelongazione massima inferiore al 15%
  - d. un tempo di assestamento al 5% inferiore ad 80s



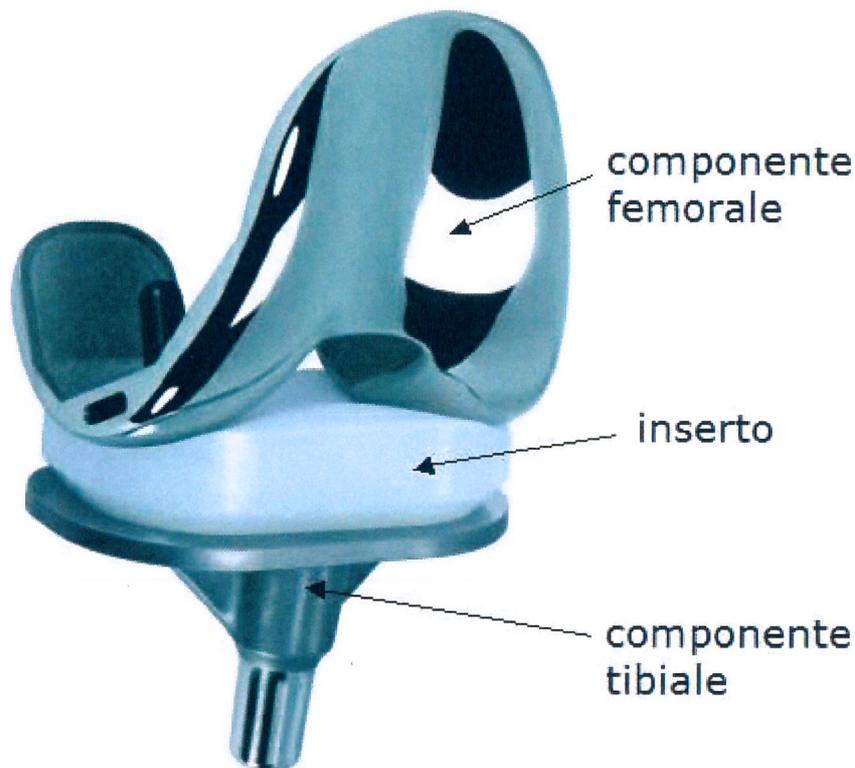
10. Si ricavi una discretizzazione del controllore determinato al punto precedente, giustificando opportunamente le scelte effettuate, con particolare attenzione al valore del periodo di campionamento.



**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 26/S – LM21 - Ing. BIOMEDICA**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Il candidato dimensiona le componenti della protesi di ginocchio riportata in figura per un uomo standard. Indichi inoltre le principali criticità legate al dimensionamento ed alla lavorazione della suddetta protesi.



**Tema n. 2**

Il candidato progetta un sistema automatico per il monitoraggio della pressione arteriosa sistolica e diastolica che permetta sia una visualizzazione dei valori in locale che una loro trasmissione remota ad un database web. Il candidato elenchi ed individui le specifiche di tutti i componenti necessari, descriva il loro assemblaggio e la logica di funzionamento. Descriva in particolare l'algoritmo di gestione del sistema affinché le letture siano quanto più possibile veritiere ed individui e segnali eventuali errori commessi dall'utente. Nella scelta delle modalità e dei componenti per la trasmissione dei dati a distanza, si miri a realizzare un sistema a basso costo e che si integri facilmente con uno scenario domestico.



Il Presidente della Commissione

**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 27/S – LM22 - Ing. CHIMICA**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Devono essere distillate 1500 tonnellate all'anno di una miscela Acetone 80% in peso e acqua 20% in peso per recuperare acetone con contenuto di acqua inferiore al 5% in peso. I giorni da considerare come lavorativi sono 300.

Si richiede:

- (1) scelta motivata del sistema di distillazione ritenuto più conveniente
  - (2) schema P&ID dell'impianto
  - (3) dimensionamento, *process data sheet* e *sketch* delle principali apparecchiature.
- Per i dati necessari fare riferimento a manuali o fonti a disposizione indicando esplicitamente la fonte ed eventuali approssimazioni.

**Tema n. 2**

Si desidera recuperare il Cloro (Cl<sub>2</sub>) da una corrente gassosa a pressione atmosferica avente la seguente composizione volumetrica: Cl<sub>2</sub> 29%, HCl 18%, O<sub>2</sub> 21%, H<sub>2</sub>O 29%, N<sub>2</sub> 3%. La portata e la temperatura della corrente gassosa sono rispettivamente di 8000 Nm<sup>3</sup>/h e 150°C. Il tenore massimo di acqua nel Cl<sub>2</sub> liquido recuperato deve essere di 10 ppm; lo stoccaggio è previsto a 30°C.

Si richiede: (1) *Flow Sheet* e *P&ID* dello schema che si ritiene più idoneo, (2) dimensionamento con *sketch* delle principali apparecchiature.

Per i dati necessari fare riferimento a manuali o fonti a disposizione indicando esplicitamente la fonte ed eventuali approssimazioni.



**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 31/S – LM28 - Ing. ELETTRICA**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Uno stabilimento industriale è alimentato in media tensione. Al punto di consegna MT i dati progetto sono:

Tensione nominale: 20 kV

Potenza di corto circuito: 500 MVA

Lo stabilimento presenta complessivamente 3 edifici con le seguenti dotazioni:

Edificio 1: superficie 1600 m<sup>2</sup> (80 m x 20 m) adibito a officina meccanica e assemblaggio (distanza 80 m dalla Cabina MT/BT).

Reparto 1 (1000 m<sup>2</sup>): 4 motori da 130 kW ciascuno; carichi luce; 20 gruppi presa 16 A e 20 gruppi presa 32 A posizionati in vari punti del reparto per piccoli utensili e macchinari;

Reparto 2 (600 m<sup>2</sup>): 20 motori trifase da 10 kW ciascuno con  $\cos\phi = 0,7$  e fattore di contemporaneità 0,8; carichi luce; 10 gruppi presa 16 A e 10 gruppi presa 32 A posizionati in vari punti del reparto per piccoli utensili e macchinari.

Edificio 2: superficie 600 m<sup>2</sup> (30 m x 20 m) adibito a uffici (distanza 180 m dalla Cabina MT/BT). L'edificio ad un solo piano fuori terra contiene 20 uffici da 2 postazioni ciascuno completamente arredati oltre ad una sala riunioni da 25 posti e due servizi igienici.

Edificio 3: superficie 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) adibito a magazzino (distanza 100 m dalla Cabina MT/BT). L'edificio è dotato di 10 gruppi presa 16 A e 10 gruppi presa 32 A posizionati in vari punti per piccoli utensili e macchinari; carichi luce e un carroponte di potenza massima 30 kW.

Il candidato, fatte le eventuali ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, usando gli opportuni fattori di contemporaneità  $K_c$  e di utilizzazione  $K_u$  per i diversi carichi, provveda a:

definire la dotazione minima per il solo impianto elettrico (prese, punti luce, ecc.) dell'edificio 2 adibito ad uffici dimensionando il sistema di illuminazione ipotizzando una possibile distribuzione interna degli spazi e valori plausibili dei parametri fotometrici;

dimensionare il/i trasformatore/i trifase da installare all'interno della cabina MT/BT e i relativi sistemi di protezione;

disegnare lo schema unifilare complessivo dell'impianto elettrico dello stabilimento industriale dopo aver effettuato i dimensionamenti necessari (apparecchiature di comando, misura e protezione, sezioni cavi) comprendente anche l'inserzione degli strumenti di misura necessari;

disegnare i quadri elettrici BT di arrivo dei tre edifici dimensionando i relativi dispositivi.

Bassa Tensione  
Low Voltage

**FG16R16 0,6/1 kv Repero®**

Energia  
Power

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tuba in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,6	0,7	1,4	6,0	50	13,3	20	21
1 x 2,5	1,9	0,7	1,4	6,3	60	7,98	28	27
1 x 4	2,5	0,7	1,4	6,9	78	4,95	37	35
1 x 6	3,0	0,7	1,4	7,4	98	3,30	48	44
1 x 10	4,0	0,7	1,4	8,4	144	1,91	66	59
1 x 16	5,0	0,7	1,4	9,3	197	1,21	88	77
1 x 25	6,2	0,9	1,4	11,0	295	0,780	117	100
1 x 35	7,6	0,9	1,4	12,1	385	0,554	144	121
1 x 50	8,9	1,0	1,4	13,9	525	0,386	175	150
1 x 70	10,5	1,1	1,4	15,4	715	0,272	222	184
1 x 95	12,5	1,1	1,5	17,3	935	0,206	269	217
1 x 120	13,7	1,2	1,5	18,9	1160	0,161	312	259
1 x 150	15,0	1,4	1,6	21,2	1470	0,129	355	287
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,4	1780	0,106	417	323
1 x 240	19,9	1,7	1,7	27,5	2300	0,0801	490	379
1 x 300	22,4	1,8	1,8	30,5	2900	0,0641	-	429
1 x 400	24,8	2,0	1,9	33,1	3500	0,0486	-	500
1 x 500*	28,5	2,2	2,3	39,8	4900	0,0384	-	565
1 x 600*	32,8	2,4	2,4	44,8	6400	0,0287	-	645

Bassa Tensione  
Low Voltage

# FG16OR16 0,6/1 kv Repero®

Energia  
Power

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
2 x 1,5	1,6	0,7	1,8	9,6	127	13,3	22	23
2 x 2,5	1,9	0,7	1,8	10,6	168	7,98	30	30
2 x 4	2,5	0,7	1,8	11,7	215	4,95	40	39
2 x 6	3,0	0,7	1,8	12,7	270	3,30	51	49
2 x 10	4,0	0,7	1,8	14,8	390	1,91	69	66
2 x 16	5,0	0,7	1,8	16,6	570	1,21	91	86
2 x 25	6,2	0,9	1,8	20,8	865	0,780	119	111
2 x 35	7,6	0,9	1,8	23,0	1120	0,554	146	136
2 x 50	8,9	1,0	1,8	26,6	1520	0,386	175	168
2 x 70	10,5	1,1	1,8	29,6	2020	0,272	221	207
2 x 95	12,5	1,1	2,0	34,0	2680	0,206	265	245
2 x 120	13,7	1,2	2,0	37,4	3320	0,161	305	284
2 x 150	15,0	1,4	2,2	41,6	4180	0,129	334	324
3 x 1,5	1,6	0,7	1,8	10,1	146	13,3	19,5	19
3 x 2,5	1,9	0,7	1,8	11,2	191	7,98	26	25
3 x 4	2,5	0,7	1,8	12,3	250	4,95	35	32
3 x 6	3,0	0,7	1,8	13,4	320	3,30	44	41
3 x 10	4,0	0,7	1,8	15,7	480	1,91	60	55
3 x 16	5,0	0,7	1,8	17,6	705	1,21	80	72
3 x 25	6,2	0,9	1,8	22,1	1060	0,780	105	93
3 x 35	7,6	0,9	1,8	24,5	1400	0,554	128	114
3 x 50	8,9	1,0	1,8	28,4	1910	0,386	154	141
3 x 70	10,5	1,1	1,9	31,9	2590	0,272	194	174
3 x 95	12,5	1,1	2,0	35,4	3320	0,206	233	206
3 x 120	13,7	1,2	2,1	39,0	4130	0,161	268	238
3 x 150	15,0	1,4	2,3	43,6	5200	0,129	300	272
3 x 185	17,7	1,6	2,4	51,7	6650	0,106	340	306
3 x 240	19,9	1,7	2,6	59,0	8700	0,0801	398	360
3 x 300	22,4	1,8	2,8	65,4	10900	0,0641	455	-



Il Presidente della Commissione

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
4 x 1,5	1,6	0,7	1,8	10,8	168	13,3	19,5	19
4 x 2,5	1,9	0,7	1,8	12,0	220	7,98	26	25
4 x 4	2,5	0,8	1,8	13,3	300	4,95	35	32
4 x 6	3,0	0,7	1,8	14,5	390	3,30	44	41
4 x 10	4,0	0,7	1,8	17,0	590	1,91	60	55
4 x 16	5,0	0,7	1,8	19,2	865	1,21	80	72
4 x 25	6,2	0,9	1,8	24,1	1310	0,780	105	93
3 x 35 + 25	7,6/6,2	0,9/0,9	1,8	25,6	1580	0,554/0,780	128	114
3 x 50 + 25	8,9/6,2	1,0/0,9	1,8	29,7	2400	0,386/0,780	154	141
3 x 70 + 35	10,5/7,6	1,1/0,9	1,9	33,9	2920	0,272/0,554	194	174
3 x 95 + 50	12,5/8,9	1,1/1,0	2,1	38,2	3820	0,206/0,386	233	206
3 x 120 + 70	13,7/10,5	1,2/1,1	2,2	42,0	4790	0,161/0,272	268	238
3 x 150 + 95	15,0/12,5	1,4/1,1	2,4	47,0	6080	0,129/0,206	300	272
3 x 185 + 95	17,7/12,5	1,6/1,1	2,5	54,4	7460	0,106/0,206	340	306
3 x 240 + 150	19,9/15,0	1,7/1,4	2,7	62,1	9940	0,0801/0,129	398	360
3 x 300 + 150	22,4/15,0	1,8/1,4	2,9	68,8	12200	0,0641/0,129	455	-
5 x 1,5	1,6	0,7	1,8	11,7	200	13,3	19,5	19
5 x 2,5	1,9	0,7	1,8	13,0	265	7,98	26	25
5 x 4	2,5	0,7	1,8	14,5	355	4,95	35	32
5 x 6	3,0	0,7	1,8	15,8	470	3,30	44	41
5 x 10	4,0	0,7	1,8	18,6	710	1,91	60	55
5 x 16	5,0	0,7	1,8	21,2	1050	1,21	80	72
5 x 25	6,2	0,9	1,8	26,5	1590	0,780	105	93
5 x 35	7,6	0,9	1,8	29,5	2110	0,554	128	114
5 x 50	8,9	1,0	2,0	34,8	3210	0,386	154	141



Il Presidente della Commissione

# Trasformatori in resina TRIHAL

## Dati tecnici

### Caratteristiche elettriche

tensioni di riferimento 17,5 kV e 24 kV

potenza nominale (1)		kVA													
tensione di riferimento		100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
tensione di riferimento		17,5 kV per 15 kV													
		24 kV per 20 kV													
tensione primaria (2)		15, 20, 22, 23 kV e doppie tensioni 20/15, 20/8,4 e 20/10 kV (potenza costante)													
tensione secondaria		tra fasi 400													
a vuoto (V)		tra fasi e neutro 231													
regolazione MT		± 2 x 2,5%													
collegamenti		triangolo/stella con neutro - Dyn 11													
perdite (W)	a vuoto	460	650	880	1030	1200	1400	1650	2000	2300	2800	3100	4000	5000	6300
	dovute al carico	1800	2300	3400	4000	4800	5700	6800	8200	9600	11500	14000	17500	20000	23000
		2050	2700	3800	4600	5500	6500	7800	9400	11000	13100	16000	20000	23000	26000
tensione di corto-circuito		%													
corrente a vuoto		%													
corrente d'inserzione		le/ln valore cresta													
		costante di tempo													
caduta di tensione		cosφ=1 75°C													
a pieno carico (%)		120°C													
		cosφ=0,8 75°C													
		120°C													
rendimenti (%)		cosφ=1 75°C													
4/4 del carico		120°C													
		cosφ=0,8 75°C													
		120°C													
rendimenti (%)		cosφ=1 75°C													
3/4 del carico		120°C													
		cosφ=0,8 75°C													
		120°C													
rumore		potenza acustica LWA													
dB (A)		pressione acustica LPA a 1 m													

(1) La potenza nominale è riferita a circolazione naturale dell'aria (AN). Essa può essere aumentata del 40% con l'applicazione raffreddamento forzato (AF).

(2) Per tensioni diverse consultare il nostro Servizio Commerciale.



Il Presidente della Commissione

## Tema n. 2

Un trasformatore trifase ha i seguenti dati di targa:

$V_{1n}/V_{20}=10000/400$  V;  $A_n=130$  kVA; Avvolgimento stella/triangolo

I risultati delle prove a vuoto e in corto circuito sono stati i seguenti:

Prova a vuoto:  $I_0=6,2\%$ ,  $P_0=1,1\%$

Prova di corto circuito:  $V_{cc}=8,2\%$ ,  $P_{cc}=1,6\%$

Al trasformatore è allacciata una macchina asincrona trifase caratterizzata dai seguenti dati di targa:

$V_n=400$  V;  $P_n=95$  kW;  $f_n=50$  Hz; 1 paio di poli; Avvolgimento statorico a stella

I risultati delle prove a vuoto e a rotore bloccato sono stati i seguenti:

Prova a vuoto:  $V_0=400$  V,  $I_0=35,2$  A,  $P_0=1850$  W

Prova a rotore bloccato:  $V_{cc}=75$  V,  $I_{cc}=163$  A,  $P_{cc}=6000$  W

La resistenza misurata in corrente continua fra 2 morsetti di statore vale  $0,05 \Omega$ .

La macchina asincrona lavora come motore, erogando una potenza meccanica pari alle potenzialità di targa.

Il candidato, disegni gli schemi di misura comprensivi di tutti i dispositivi per l'esecuzione della prova a vuoto ed in cc per il trasformatore e per la macchina asincrona, e successivamente determini:

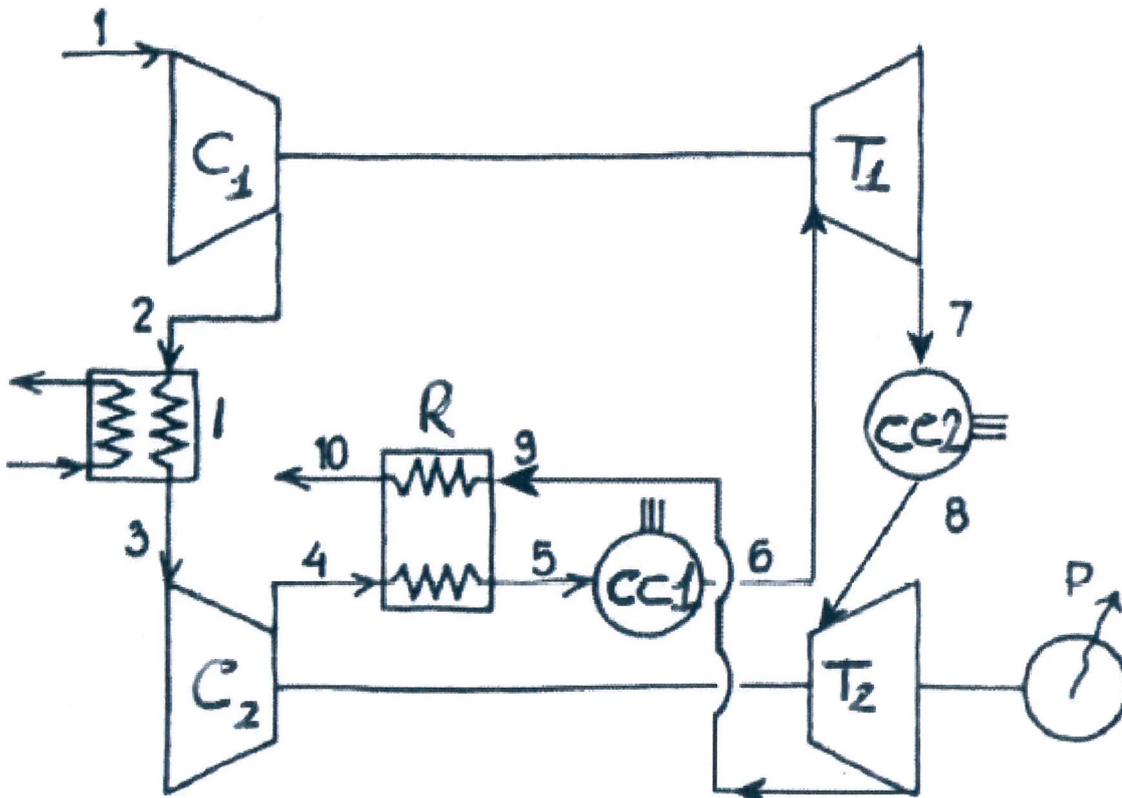
- 1) la corrente di linea assorbita dal motore
- 2) la tensione ai morsetti del motore
- 3) lo scorrimento del motore e la sua velocità in giri/minuto
- 4) la coppia erogata dal motore
- 5) la potenza al traferro
- 6) le perdite nel rame di rotore e di statore
- 7) le perdite nel ferro di statore
- 8) la corrente di fase al secondario del trasformatore
- 9) la corrente di linea al primario del trasformatore
- 10) il rendimento complessivo delle 2 macchine
- 11) il fattore di potenza complessivo visto dalla rete di media tensione

**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 33/S – LM 30 - Ing. Energetica e Nucleare**  
**LM 26 - Ing. della Sicurezza**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Il candidato consideri il sistema composto dal turbogas bialbero riportato nella figura sottostante. L'aria viene aspirata e compressa dal compressore C1, trascinato dalla turbina T1, subisce quindi un'interrefrigerazione in un intercooler raffreddato ad acqua (I) e viene quindi inviata in un secondo compressore (C2). Dopo il compressore viene effettuata una rigenerazione con i gas caldi nel rigeneratore R e quindi viene introdotto il combustibile nella camera di combustione CC1. I gas caldi vengono espansi nella turbina T1 e poi introdotti nella camera di combustione CC2 dove viene eseguita una post-combustione. I gas dal secondo combustore vengono inviati nella turbina T2 e quindi nel rigeneratore prima dell'espulsione in atmosfera.

Sapendo che la potenza meccanica utile del sistema è di 12 MW, con i dati a disposizione il candidato determini il rendimento termodinamico del ciclo, i rapporti di espansione delle turbine T1 e T2, il consumo di combustibile, la portata di aria aspirata, le temperature e le pressioni in ogni stato e il consumo specifico di combustibile in kg/kWh. Si valutino inoltre le potenze prodotte o assorbite dalle varie turbomacchine. Si tracci infine qualitativamente su un piano T-s il diagramma del ciclo.



**Dati:**

<b>Potenza Utile</b>	<b>[MW]</b>	12
<b>Pressione aria ambiente</b>	<b>[kPa]</b>	101
<b>Temperatura aria ambiente</b>	<b>[K]</b>	288
<b>Rapporto di compressione C1</b>	-	5
<b>Rapporto di compressione C2</b>	-	3
<b>Rendimenti isentropici C1 e C2</b>	-	0.84
<b>Efficacia intercooler</b>	-	0.6
<b>Efficacia del rigeneratore</b>	-	0.5
<b>Temperatura ingresso acqua intercooler</b>	<b>[K]</b>	291
<b>Coefficienti pneumatici scambiatori*</b>	-	0.97
<b>Coefficienti pneumatici dei combustori*</b>	-	0.98
<b>Rendimento di combustione CC1 e CC2</b>	-	0.98
<b>Potere calorifico inferiore del combustibile</b>	<b>[MJ/kg]</b>	45
<b>Temperatura di ingresso massima nelle turbine</b>	<b>[K]</b>	1250
<b>Rendimenti isentropici delle turbine</b>	-	0.86
<b>Rendimenti meccanici delle turbomacchine</b>	-	0.98
<b>Calore specifico a pressione costante**</b>	<b>[kJ/kgK]</b>	1.067
<b>Rapporto tra i calori specifici</b>	-	1.4

\* Il coefficiente pneumatico è necessario per stimare la perdita di carico degli scambiatori e dei combustori: se la pressione dell'ambiente a monte dello scambiatore o del combustore è  $x$ , la risultante pressione a valle  $y$  sarà uguale ad  $a*x$ , dove  $a$  è il coefficiente pneumatico.

\*\* Per semplicità si supponga che il calore specifico non dipenda né dalla temperatura né dalla composizione chimica del gas. Si può quindi considerare lo stesso calore specifico per l'aria, per il combustibile e per i gas combusti.

**Suggerimenti:**

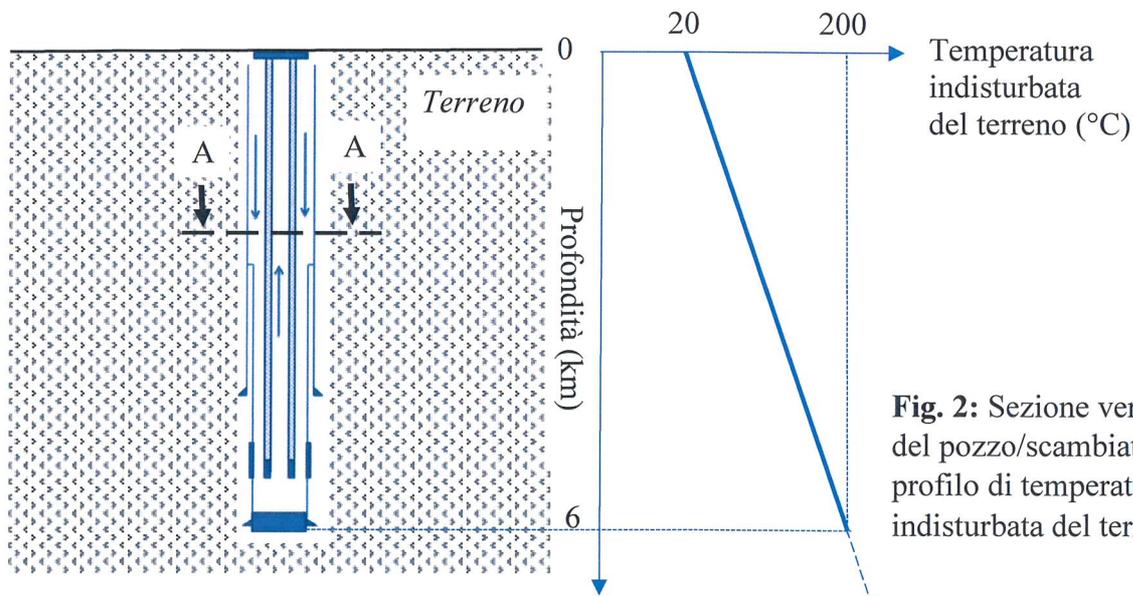
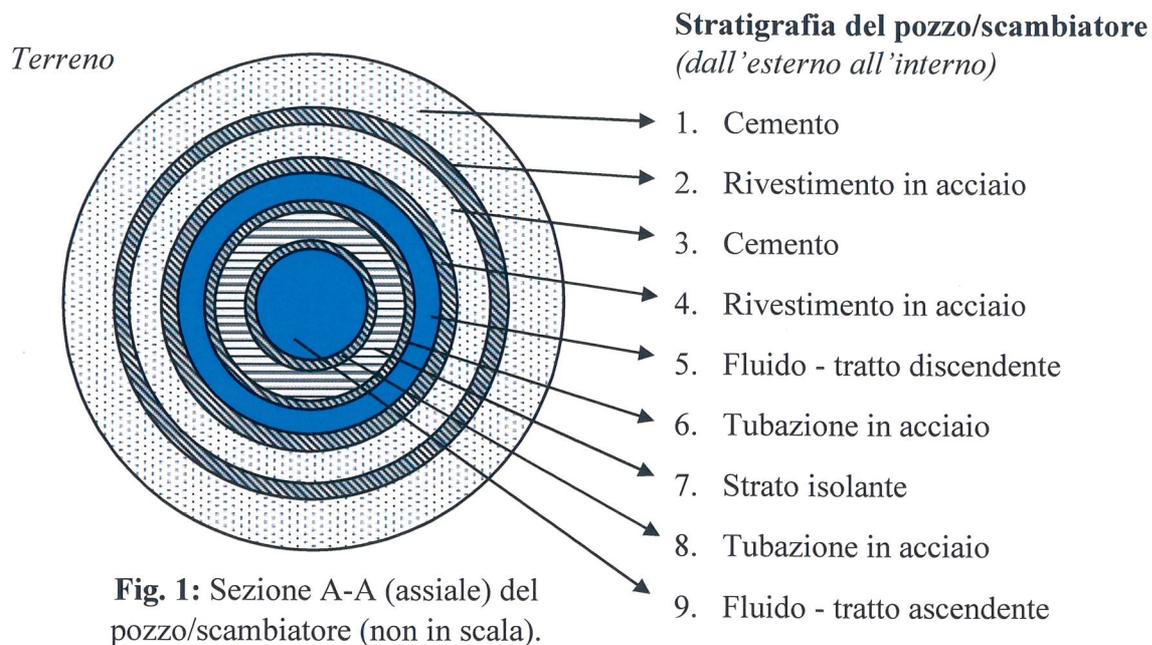
- La temperatura del punto 9 è incognita: si supponga una temperatura di primo tentativo.
- Tutta la potenza viene prodotta sull'albero su cui ruotano C2 e T2. L'albero su cui ruotano C1 e T1 è in equilibrio dinamico.
- Per determinare la quantità di aria e di combustibile, conviene far riferimento al rapporto aria combustibile, dividendo per la portata di combustibile l'equazione di bilancio della camera di combustione. Allo stesso modo, si valuti la portata di combustibile iniettata in CC2 come una frazione della quantità di combustibile iniettata in CC1.



Il Presidente della Commissione

## Tema n. 2

Valutare la possibilità di riutilizzare un pozzo di estrazione O&G per scopi geotermici attraverso l'installazione di uno scambiatore tubo/tubo coassiale secondo lo schema di figura 1 e 2. La perforazione ha una profondità di 6 km e la stratigrafia descritta in Tabella 1. Il gradiente di temperatura nel terreno è pari a 0.03 K/m di profondità. La temperatura superficiale si può assumere pari a 20 °C.



Si utilizzi l'espressione 1 per il calcolo della resistenza termica equivalente tra superficie esterna del pozzo e terreno indisturbato in funzione del tempo. Si valuti la portata di fluido (acqua) necessaria a mantenere una potenza termica scambiata di 200 kW<sub>th</sub> dopo uno, cinque e dieci anni di funzionamento continuo, assumendo una temperatura di ingresso al pozzo costante e pari a 90 °C. Si calcoli inoltre la potenza elettrica di pompaggio e la temperatura di uscita a testa pozzo. Per il calcolo della temperatura di uscita dal pozzo, si utilizzi la mappa in figura 3 che correla i seguenti parametri adimensionali:

$$T_{D2,out} = \frac{T_{w,out} - T_g(z=0)}{T_{w,in} - T_g(z=0)} \quad N_{12} = \frac{H}{\dot{m}_w c_w R_{12}} \quad N_{s1} = \frac{H}{\dot{m}_w c_w (R_{b1} + R_{s1})}$$

dove:

- $H$  è la profondità del pozzo, m
- $\dot{m}_w$  è la portata di fluido, kg/s
- $c_w$  è il calore specifico del fluido, J/(kg K)
- $R_{12}$  è la resistenza termica lineare tra il tratto ascendente e discendente del fluido, mK/W
- $R_{b1}$  è la resistenza termica lineare tra il tratto discendente del fluido e la superficie di contatto tra il pozzo e il terreno, mK/W
- $R_{s1}$  è la resistenza termica lineare equivalente del terreno (Eq. 1), mK/W

**Tabella 1:** Stratigrafia pozzo e proprietà dei materiali.

PARAMETRO	VALORE	UNITÀ DI MISURA
Conducibilità termica acciaio	50	W/(m K)
Conducibilità termica cemento	1.3	W/(m K)
Conducibilità termica isolante	0.04	W/(m K)
Raggio interno/esterno		
Strato 1	0.22/0.31	m
Strato 2	0.19/0.22	m
Strato 3	0.18/1.19	m
Strato 4	0.15/0.18	m
Strato 5	0.13/0.15	m
Strato 6	0.11/0.13	m
Strato 7	0.08/0.11	m
Strato 8	0.07/0.08	m
Strato 9	- / 0.07	m
Conducibilità termica terreno	2.5	W/(m K)
Densità terreno	2600	kg/m <sup>3</sup>
Calore specifico terreno	800	J/(kg K)

$$R_{s1} = \frac{1}{2\pi \lambda_g} \ln \left( \frac{4\sqrt{\alpha_g t}}{r_w} \right) \quad (1)$$

$\alpha_g$  e  $\lambda_g$  sono rispettivamente la diffusività e la conducibilità termica del terreno,  $r_w$  è il raggio esterno del pozzo/scambiatore.

*Suggerimento: si proceda per tentativi a partire dal valore di 5 m<sup>3</sup>/h*



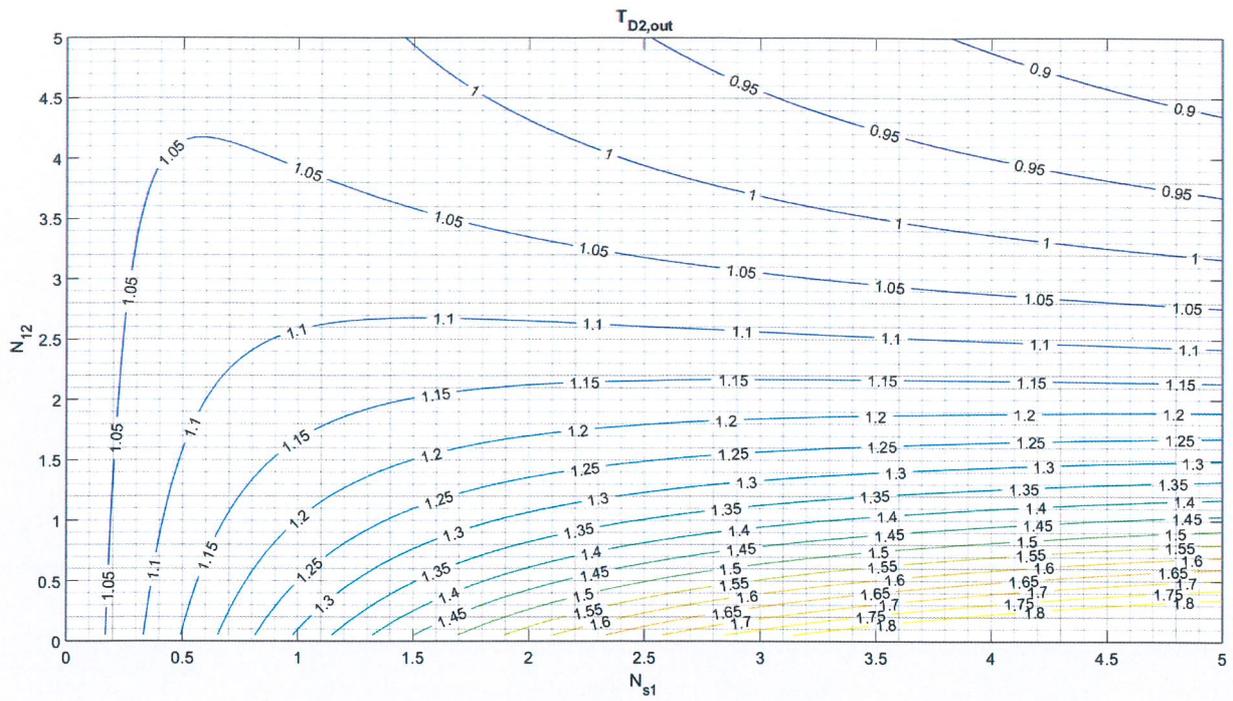


Fig. 3: Mappa per la valutazione delle prestazioni del pozzo/scambiatore.

UNIVERSITÀ DI PISA FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
 SUPREME DIGNITATIS  
 1343

Il Presidente della Commissione

### Tema n. 3

Il Candidato descriva le problematiche che possono insorgere in un impianto nucleare ad acqua leggera nel caso si verifichi un incidente severo, quale ad esempio LB-LOCA e concomitante sisma di sicuro spegnimento (SSE di intensità 0.3 g), che comporta la fusione del nocciolo, ed indichi gli aspetti principali caratterizzanti la cinetica di reazione metallo-acqua.

Il Candidato esegua una preliminare verifica termo-meccanica del vessel e/o del sistema di contenimento secondo normativa ASME.

Inoltre, facendo riferimento alla configurazione del vessel del reattore indicata in Figura 1 ed ai differenti livelli di riempimento dell'acqua nella cavità del reattore (temperatura dell'acqua pari 90° C), il candidato calcoli la distribuzione di temperatura nei punti critici del vessel, e l'eventuale riduzione di spessore della parete, nell'ipotesi di ablazione superficiale pari a 0.3µm/hr.

Nella risoluzione del problema, si faccia riferimento ad un impianto PWR da 1000 MWe, il cui vessel (AISI 304L:  $\sigma_y = 2.8E+8$  Pa;  $E = 2.1E+11$  Pa;  $\nu = 0.3$ ) è rivestito esternamente da 0.25 m di isolante. La temperatura del corium rilocato si assuma pari a 1800°C.

Per i valori di conducibilità termica si faccia riferimento ai dati in tabella 1 mentre per i dati mancanti si faccia riferimento a valori plausibili caratteristici del tipo di impianto PWR indicato.

Si trascurino eventuali forze e/o effetti secondarie.

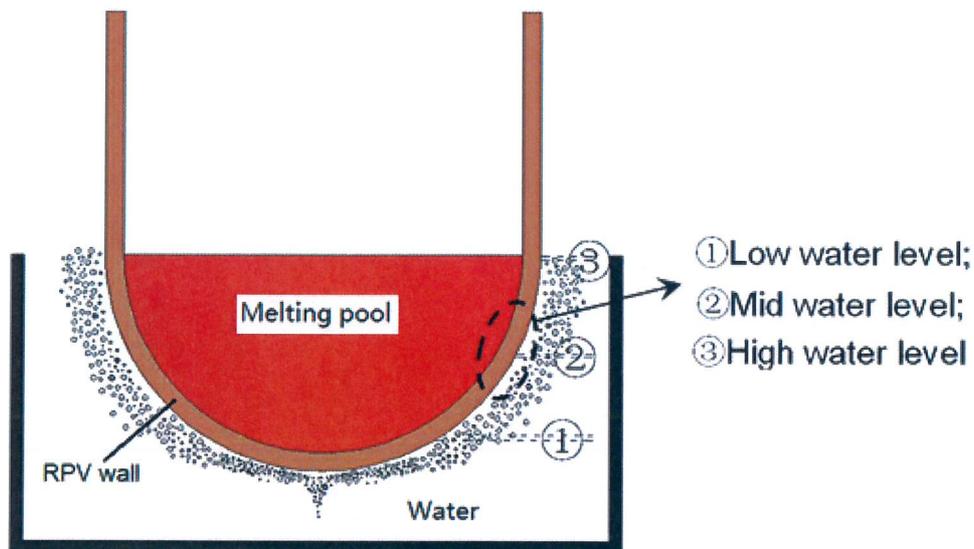


Figura 1- Schema del vessel durante l'evoluzione di un incedente severo.

Tabella 1- Conducibilità termica [W/m K]

Componente	k
Vessel	18.00
Isolante	0.15
Acqua	0.60



Il Presidente della Commissione

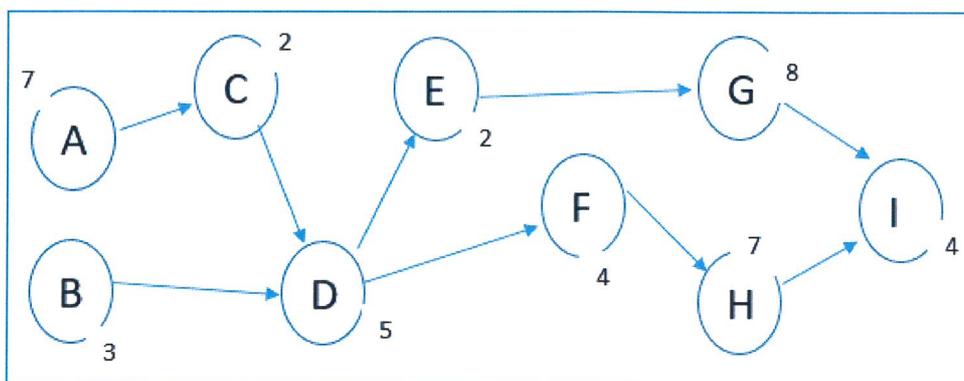
**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 34/S – LM31 - Ing. GESTIONALE**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Lo scorso anno la domanda del prodotto ALFA ha avuto un comportamento riportato in tabella.

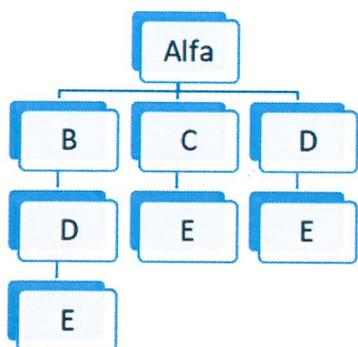
Mese	Domanda
1	110
2	75
3	80
4	130
5	165
6	115
7	110
8	85
9	91
10	156
11	194
12	129

- a) Indicare se l'andamento della domanda presenta una stagionalità. Se sì con quale periodo? (*può essere utile fare un grafico della domanda rispetto ai mesi*)
- b) La retta di regressione lineare che approssima la domanda è  $y=4,8x+88,8$ . Calcolare la domanda per i successivi 12 periodi attraverso un opportuno metodo di previsione.
- c) Con i dati della tabella a fianco costruire un Sales & Operation Plan di tipo *level* calcolando il cash flow con i seguenti dati:
- Ore per realizzare il prodotto: 50
  - Ore lavorate da una persona al mese: 100
  - Numero persone all'inizio: 70
  - Magazzino iniziale: 0
  - Costo per realizzare un prodotto: 50
  - Costo di magazzino per un prodotto per un mese: 10
  - Costo licenziamento/assunzione: 100
  - Prezzo di vendita del prodotto: 150
- d) Per realizzare il prodotto ALFA sono necessarie le fasi di lavorazione come riportato nel seguente diagramma di precedenze (tempo espresso in ore). Se deve essere realizzato un prodotto ogni 12 ore ipotizzare una linea di produzione e calcolarne l'efficienza utilizzando il criterio *largest eligible task*. Di seguito verificare la possibilità di ottenere efficienze più alte e relativo numero di prodotti in uscita. Proporre qualche caso, se possibile.



Il prodotto ALFA ha la distinta base come nella figura seguente.

e) Costruire una tabella MRP per ogni componente del prodotto sapendo che tutti i componenti e il prodotto Alfa hanno un lead time di 1 settimana e che:



Alfa: Il prodotto Alfa deve essere disponibile nelle settimane 5 e 6 rispettivamente nelle quantità di 500 e 750 pezzi

B: Minima produzione pari a 300 pezzi

C: Minima produzione pari a 1000 pezzi

D: Minima produzione pari a 1000 pezzi

E: Minima produzione pari a 2000 pezzi

Non c'è niente in magazzino all'inizio.

Per fare il prodotto Alfa servono 2 componenti C, 1 B e 1 D.

f) Consideriamo il componente E che viene acquistato da un fornitore. Costruire le tabelle MRP per E nei seguenti casi: (i) se tutti i componenti E necessari sono acquistati nella prima settimana e (ii) se la minima produzione per E è pari a 1000 (invece che 2000). Nel caso (i) il prezzo P può scendere di n volte, nel caso (ii) il prezzo P può salire di k volte.

Ipotesizzando che gestire un ordine costi S e il costo per tenere un prodotto E in magazzino per una settimana costi H, esprimere in forma letterale (parametrica) i costi TOTALI nei 3 casi (caso iniziale, caso (i) e caso (ii)).

g) Supponiamo  $S=1000$ ,  $H=3$  e  $P=5$ . Quale prezzo potete proporre al fornitore se fate un singolo ordine la prima settimana (caso (i))? Quale prezzo potete proporre al fornitore se richiedete la produzione minima di 1000 (caso (ii))?



Il Presidente della Commissione



Il Presidente della Commissione

## Tema n. 2

**ALFA** è un'impresa di spin-off accademico che verrà creata nel mese di settembre 2006, con l'intento di rispondere ai bisogni reali delle persone diversamente abili, fornendo loro degli *ausili tecnologici* specifici, che andranno a colmare le numerose lacune presenti nei cataloghi degli attuali distributori.

### **Idea Imprenditoriale**

Le statistiche più recenti indicano che circa il 12% della popolazione europea ha qualche forma di disabilità (80 milioni di disabili e/o anziani in Europa, 3 milioni i disabili in Italia) e circa un terzo delle persone anziane ha bisogno di assistenza. La domanda crescerà ulteriormente nei prossimi anni a causa del progressivo invecchiamento della popolazione.

Inoltre, è sempre più forte la tendenza a preferire le forme di assistenza domiciliare sia da parte dell'utente per il miglioramento della qualità della vita, che da parte delle istituzioni per ridurre i costi sempre più onerosi per la gestione delle strutture assistenziali pubbliche. Per contro, dato l'esiguo numero di produttori/distributori, la concorrenza è molto debole e il mercato è carente di

dispositivi specifici per persone diversamente abili. In Italia, in particolare, non esistono praticamente produttori. Gli ausili vengono quindi importati e già molto costosi all'origine, perché spesso coperti all'estero dal Sistema Sanitario Nazionale, arrivano all'utilizzatore ad un prezzo molto elevato e quasi mai giustificato dalla tecnologia impiegata.

La volontà e la motivazione per intraprendere un'attività in questo settore nascono dalla caratterizzazione degli studi e dall'esperienza maturata dai soci fondatori di ALFA presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Pisa, dove da alcuni anni viene svolta attività di ricerca nel settore ausili in collaborazione con aziende ed enti del settore e finalizzata al prodotto.

La sensibilità ai bisogni esistenti unita alla capacità di fornire risposte adeguate e specifiche consente ad **ALFA** di cogliere le opportunità di un settore a forte potenziale di crescita vista la maggiore attenzione delle istituzioni ai problemi legati alla disabilità ma, trattandosi di un "settore di nicchia", di scarso interesse per la grande e media impresa.

**ALFA** risponde ai bisogni reali delle persone diversamente abili e/o anziane andando a colmare il notevole gap tra domanda ed offerta con nuovi e specifici prodotti che entreranno sul mercato con prezzi sensibilmente più bassi di quelli esistenti. **ALFA** progetta, produce e vende ausili tecnologici ed è in grado di offrire consulenza specializzata in materia di ausili alle strutture pubbliche e private del territorio locale e nazionale.

### **Keys to success**

- **Specificità del prodotto:** In questo settore i bisogni non devono essere creati ma soddisfatti in modo semplice, ALFA avvalendosi della collaborazione con l'Università di Pisa è in grado di rispondere anche alle esigenze più specifiche del disabile/anziano.
- **Basso costo:** Progettando secondo il modello "Platform Based Design" ALFA riesce a contenere il costo del prodotto che propone direttamente all'utilizzatore al fine di ridurre drasticamente la catena del valore.
- **Location:** Gli unici distributori esistenti sono concentrati nell'Italia settentrionale; la provincia di Lucca rappresenta una posizione strategica per la Toscana che dispone di una buona rete di Centri Ausili, e per tutto il sud Italia.

---

<sup>1</sup> Si tratta di realtà stabili, pubbliche o private, senza fini commerciali, che pur presentando alcune diversità a livello dei settori specifici di interesse o della tipologia di utenza, hanno in comune l'erogazione a diversi livelli di prestazioni come informazione, consulenza, supporto, formazione/ricerca e sono dotati di una équipe di lavoro e di un parco di ausili e soluzioni.

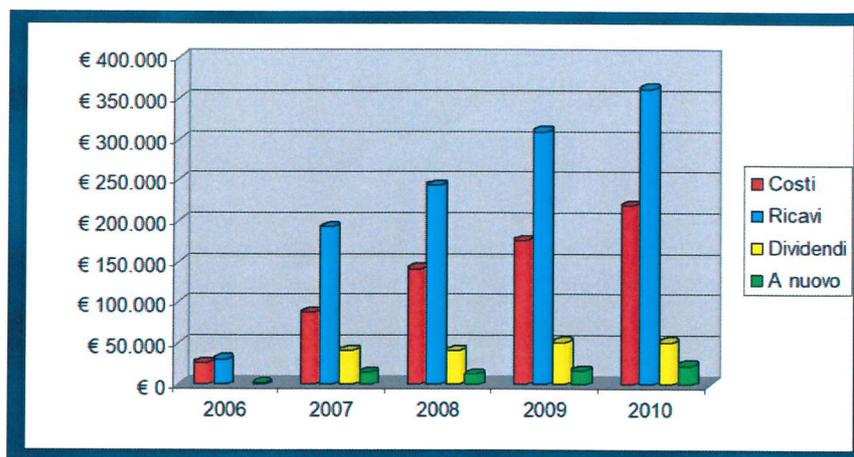


Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**: Andamento di costi, ricavi e utile netto nei primi cinque esercizi.

## Prodotti

In questa sezione vengono presentati in modo sintetico i prodotti che ALFA produrrà e commercializzerà in Italia e nell'Unione Europea. Per ogni prodotto sono evidenziate le caratteristiche peculiari e distintive dalla concorrenza, viene data una descrizione funzionale, e vengono indicati i prodotti simili o concorrenti.

Tabella 1: Elenco dei prodotti e loro ingresso sul mercato

<b>Helpiphone</b>	in vendita <del>presso <a href="http://www.helpicare.com">www.helpicare.com</a></del>
<b>A&amp;Ajoy</b>	2006 primo esercizio
<b>A&amp;Aslim</b>	2006 primo esercizio

Attualmente è in fase di studio un telefono cellulare per anziani e/o disabili che si caratterizza per un set di comandi estremamente essenziale gestibile attraverso quattro grandi pulsanti e dotato di un ampio display ad elevato contrasto.

Sul versante domotico si sta studiando un sistema di localizzazione della carrozzina all'interno della casa che consenta al disabile di avere un'interfaccia semplificata e intelligente per gestire tutti e soli i dispositivi che si trovano nella stanza in cui si trova. Si conta di poter portare sul mercato questi prodotti rispettivamente nel 2009 e 2010.

La tabella 2 mostra i costi, i ricavi e le percentuali di ricarico sulla vendita degli ausili al netto dell'iva sia per il mercato italiano che per quello europeo (R.CO=ricarico, R.VO =ricavo, %DISTRIB.=margine percentuale per il distributore europeo).

Tabella 2 Costi ricavi degli ausili a catalogo (mercato italiano ITA, mercato europeo EU).

PRODOTTO	ORE PROD.	MANODOP <sup>1</sup>	MATERIE	COSTO <sup>2</sup>	%R.CO <sup>3</sup> ITA	R.VO <sup>4</sup> ITA	%R.CO <sup>3</sup> EU	R.VO <sup>4</sup> EU	%DSTRB. <sup>5</sup>
AxAjoy	2,00	€ 18,75	€ 60,00	€ 78,75	280%	€ 299,00	102%	€ 159,00	88%
Helpiphone	3,00	€ 28,13	€ 130,00	€ 158,13	76%	€ 279,00			
AxAslim	0,10	€ 0,94	€ 7,00	€ 7,94	340%	€ 34,90	152%	€ 20,00	75%

Di seguito sono rappresentati i 3 prodotti, con indicazione del costo di produzione, del prezzo di vendita in Italia, nonché del prezzo medio praticato dai concorrenti sul mercato italiano.



Il Presidente della Commissione

## AxAjoy

Costo produzione 80 €



Prezzo di vendita Italia 299 €

Prezzo medio concorrenti Italia ~ 460 €

**-35 %**

## HelpIphone

Costo produzione 160 €



Prezzo di vendita 279 €

Prezzo di vendita HelpIcare Italia 590 €

Prezzo medio concorrenti Italia ~ 620 €

## AxAslim

Costo produzione 9 €



Prezzo di vendita Italia 34 €

Prezzo medio concorrenti Italia ~ 50 €

**-32 %**



Il Presidente della Commissione

La copertura finanziaria degli investimenti per l'avvio dell'attività è garantita dai conferimenti dei soci e da parte del contributo a fondo perduto di una fondazione bancaria. Nel secondo esercizio ALFA ricorre al finanziamento bancario per l'acquisto di stampi mentre, nel terzo esercizio, la

società è già in grado di auto-finanziare gli investimenti necessari per garantirsi l'autonomia strumentale e distaccarsi dalle strutture universitarie.

<b>TIPO DI FONTE</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Capitale proprio	10.000				
Contributo a fondo perduto	20.000				
Debiti verso fornitori		4.685	5.600	6.919	8.305
Utili esercizi precedenti reinvestiti		1.956	16.827	11.843	18.200
Finanziamenti bancari		12.000			
<b>TOTALE</b>	<b>30.000</b>	<b>18.641</b>	<b>22.427</b>	<b>18.762</b>	<b>26.505</b>

Tabella 4: Il piano delle fonti di finanziamento, valori espressi in €.

Nella stesura dei conti economici preventivi la quota di ammortamento dei beni è stata calcolata secondo la tabella seguente (nel primo anno la percentuale è ridotta del 50%):

<b>Bene</b>	<b>% ammortamento</b>
Spese costituzione	20,00%
Macchinari	15,00%
Altri beni (Stampo)	15,00%
Macchine ufficio	20,00%
Software	33,33%
Mobili e arredi	12,00%
Brevetti	20,00%
Realizzazione sito internet	20,00%

Le imposte, in via cautelativa e prudenziale, sono state valutate di importo pari al 50% del risultato operativo.

#### **Obiettivo**

L'obiettivo di **ALFA** è diventare una delle aziende di riferimento in Italia e in Europa per la produzione e vendita di ausili tecnologici.

L'intento nel medio periodo è di conquistare almeno un decimo del fatturato italiano degli ausili, quota comprensiva anche dei volumi di export. Si tratta di un risultato che può essere conseguito in parte creando nuovo mercato ovvero andando a soddisfare i bisogni dei molti disabili privi di ausili e in parte sottraendo quote agli attori già presenti con appropriate leve di marketing. Da un punto vista numerico il fatturato atteso per il secondo esercizio (2007) è di quasi 200mila euro, con un trend previsionale di crescita media del 25% per gli anni successivi, che porterà nel 2010 al raggiungimento dell'obiettivo previsto.

Per quel che concerne il mercato estero, **ALFA** si pone come alternativa ai produttori già esistenti, con l'obiettivo aumentare l'offerta dei cataloghi odierni, andando ad affiancare i brand attuali e a completarne la gamma con ausili innovativi.

Le vendite in Italia, inizialmente affidate ai soci, saranno delegate a partire dal terzo esercizio ad un agente commerciale secondo un sistema di incentivazione basato sui risultati.

Si richiede di sviluppare anzitutto un business model per l'iniziativa imprenditoriale, tenendo in considerazione i dati di cui sopra.

Si sviluppi, inoltre, un piano di business che comprenda:

- Progetto organizzativo
- Piano di marketing
- Piano economico-finanziario



Il Presidente della Commissione

**Esami di Stato**  
**Prima Sessione Giugno 2018**  
**PROVA PRATICA SCRITTA**  
**(Caratterizzante la classe)**  
**CLASSE 36/S – LM33 Ing. MECCANICA**  
**24 Settembre 2018**  
**Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Si desidera dimensionare l'azionamento elettrico e il sistema di accumulo per il seguente autobus a batteria, avente le seguenti specifiche prestazionali:

- Velocità massima: 90 km/h.
- Massima pendenza superabile: 6% alla velocità costante di 30 km/h.
- Autonomia di 100 km, alla velocità media di 40 km/h.
- Eventuale ricarica alle fermate, al fine di garantire 6 ore giornaliere continuative di utilizzo.

Si riportano di seguito alcuni dati tecnici:

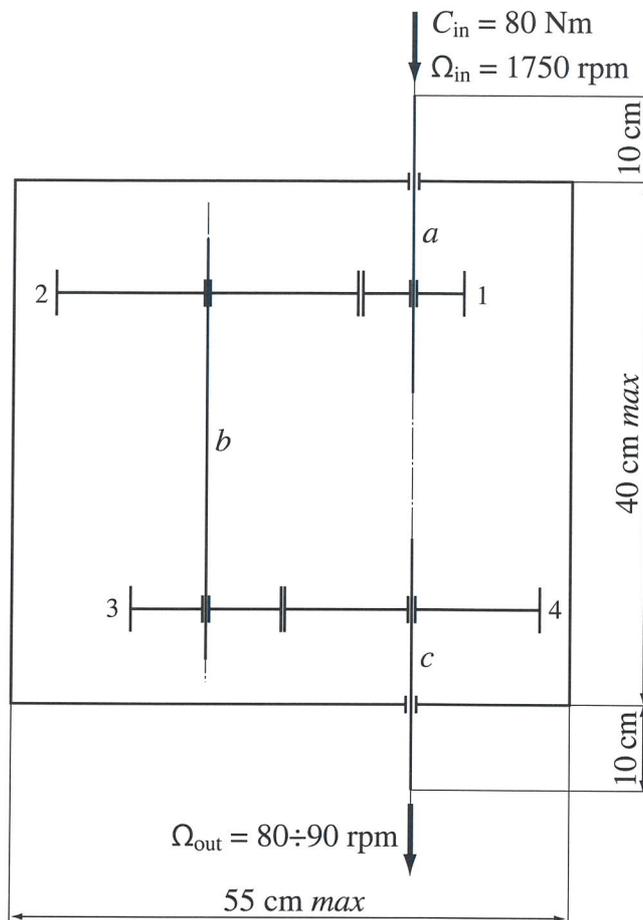
Massa a pieno carico (kg)	14000
Coefficiente di attrito a rotolamento	0.010
Raggio di rotolamento (m)	0.6
Sezione frontale (m <sup>2</sup> )	7.4
Coefficiente resistenza aerodinamica	0.55
Ausiliari di bordo (kW)	6

Il candidato, attraverso le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, e giustificando in maniera opportuna le soluzioni individuate:

- a) Scelga un profilo di velocità di riferimento costituito da dei trapezi (accelerazione costante, velocità costante, decelerazione costante), coerente con la tipologia di veicolo in questione.
- b) Dimensioni l'azionamento elettrico (tipologia di macchina elettrica, potenza e coppia nominali), in relazione ai profili di velocità presi a riferimento. L'azionamento sia dimensionato in termini di regione operativa, identificando anche la massima coppia e la massima potenza richieste.
- c) Dimensioni il rapporto di riduzione finale in relazione ai profili di velocità presi a riferimento.
- d) Dimensioni il sistema di accumulo. Si identifichi un ragionevole vincolo sulla tensione DC e si provveda a dimensionare successivamente il numero di celle e la capacità nominale. Oltre alla specifica di autonomia a velocità costante del veicolo, siano considerate la massima potenza erogabile dall'accumulo e la vita a numero di cicli di carica-scarica.
- e) Sia considerato un accumulo di energia nominale dimezzata rispetto a quella precedentemente calcolata. Si dimensionino la potenza nominale e il numero di colonnine di ricarica necessarie lungo un ipotetico percorso in ambito urbano, al fine di continuare a soddisfare le specifiche di autonomia e di durata richieste.

## Tema n. 2

Il candidato affronti il problema della progettazione del riduttore schematizzato in figura, nel quale la velocità in ingresso è ridotta in due stadi. È costituito da quattro ruote dentate cilindriche a denti dritti (1–4), un albero d'ingresso, un albero intermedio e un albero d'uscita (rispettivamente  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) e una scatola:



La soluzione progettuale identificata deve garantire una vita operativa minima di 10000 ore per ruote dentate e cuscinetti e vita infinita per gli alberi. Gli ingombri orizzontale e verticale della scatola non possono superare i valori limite indicati in figura.

Il candidato, assumendo un basso livello di carichi impulsivi e adottando ragionevoli coefficienti di sicurezza e opportuni materiali:

- Dimensioni tutte le ruote dentate.
- Definisca uno schema con idoneo layout/montaggio di alberi e cuscinetti.
- Relativamente al solo albero intermedio  $b$ :
  - Dimensioni l'albero (prevedendo opportuni collegamenti con le ruote dentate 2 e 3), i relativi cuscinetti e gli elementi di collegamento e di bloccaggio.
  - Riporti il disegno del componente progettato, indicando anche idonee tolleranze dimensionali ove necessario.



Il Presidente della Commissione

### Tema n. 3

Si desidera dimensionare l'azionamento propulsivo per la seguente autovettura elettrica, avente le seguenti specifiche prestazionali:

- Velocità massima: 140 km/h.
- Massima pendenza superabile: 10% alla velocità costante di 50 km/h.

Si riportano di seguito alcuni dati tecnici:

Massa a pieno carico (kg)	1000
Coefficiente di attrito a rotolamento	0.014
Raggio di rotolamento (m)	0.3
Sezione frontale (m <sup>2</sup> )	2.2
Coefficiente resistenza aerodinamica	0.27

Il candidato, attraverso le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, e giustificando in maniera opportuna le soluzioni individuate:

- a) Scelga un profilo di velocità di riferimento costituito da dei trapezi (accelerazione costante, velocità costante, decelerazione costante), coerente con la tipologia di veicolo in questione.
- b) Dimensioni l'azionamento elettrico (tipologia di macchina elettrica, potenza e coppia nominali), in relazione ai profili di velocità presi a riferimento. L'azionamento sia dimensionato in termini di regione operativa, identificando anche la massima coppia e la massima potenza richieste.
- c) Dimensioni il rapporto di riduzione finale in relazione ai profili di velocità presi a riferimento.
- d) Progetti uno dei due semiassi in uscita dal differenziale (unico rotismo presente), assumendo che la trazione sia posteriore su ruote non sterzanti. A tal fine si consideri che i collegamenti tra le estremità dell'albero in oggetto e i due giunti omocineticici (lato differenziale e lato mozzo ruota) siano realizzati mediante profili scanalati. La progettazione deve assicurare vita infinita del componente.
- e) Relativamente al punto d), si riporti il disegno finale completo del semiassi progettato.